

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-331102

(43)Date of publication of application : 22.12.1997

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 08-173044

(71)Applicant : CANON INC

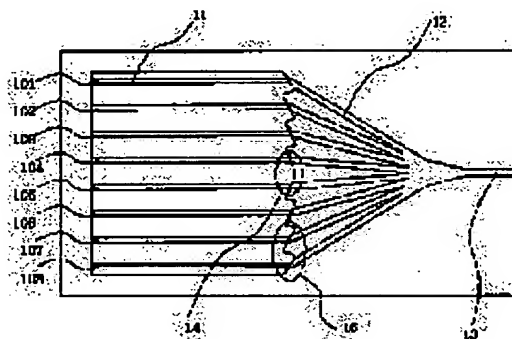
(22)Date of filing : 12.06.1996

(72)Inventor : SAKATA HAJIME

**(54) WAVELENGTH MULTIPLEXING LIGHT SOURCE WHOSE LASER OUTGOING END SURFACE IS INCLINED****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a small wavelength multiplexing light source of high output whose condensing/integrating design is easy by devising a light-emitting end structure of a semiconductor laser array.

**SOLUTION:** A wavelength multiplexing light source comprises a semiconductor laser array 11 and a channel wave guiding type confluence device 12. The light-emitting end surface of each laser 101-108 of the semiconductor laser array 11 is formed in a plane perpendicular to a substrate of the wavelength multiplexing light source, and further, relating to at least one of the semiconductor laser, it is inclined against its resonator axis. Beams of light from the respective lasers 101-108 of the semiconductor laser array 11 are emitted at specified angles, and made to join each other with the channel wave guiding type confluent device 12 which is formed of a material different from the semiconductor laser array 11, and then emitted from an output waveguide part 13.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-331102

(43) 公開日 平成9年(1997)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-173044

(22) 出願日 平成8年(1996)6月12日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 坂田 肇

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

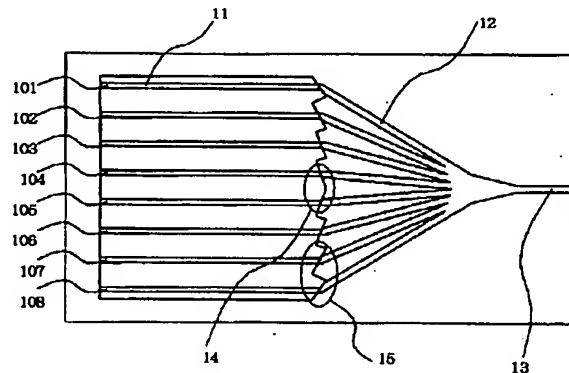
(74) 代理人 弁理士 加藤 一男

(54) 【発明の名称】 レーザ出射端面が傾いている波長多重光源

(57) 【要約】

【課題】半導体レーザアレイ出射端構造の工夫により、小型・高出力で集光・集積設計の容易な波長多重光源である。

【解決手段】波長多重光源は半導体レーザアレイ11及びチャネル導波形合流器12から構成される。半導体レーザアレイ11の各レーザ101～108の出射端面が、波長多重光源の基板に垂直な面内で形成され、且つ少なくとも1つの半導体レーザについてその共振器軸に対して傾いている。半導体レーザアレイ11の各レーザ101～108からの光は、所定の角度で出射し、半導体レーザアレイ11と異なる材料から形成されるチャネル導波形合流器12にて合流し、出力導波路部13から出射される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザアレイ及びチャネル導波形合流器から構成される波長多重光源において、該半導体レーザアレイの各レーザの出射端面が、該波長多重光源の基板に垂直な面内で形成されていて、且つ、少なくとも1つの半導体レーザについてその共振器軸に対して傾いていることで、該半導体レーザアレイの各レーザからの光が所定の角度で出射し、半導体レーザアレイと異なる材料から形成される該チャネル導波形合流器にて合流、出射されることを特徴とする波長多重光源。

【請求項2】該半導体レーザアレイを構成する半導体レーザの出射端面は、アレイ中央部からアレイ周辺部に向かって徐々に傾き角が大きくなることを特徴とする請求項1記載の波長多重光源。

【請求項3】該半導体レーザアレイを構成する半導体レーザの出射端面は、TEモードの導波光に対してブルスタ角となる様に設定されていることを特徴とする請求項1記載の波長多重光源。

【請求項4】該チャネル導波形合流器は、各レーザから伸びる直線状分枝導波路と該分枝導波路が集まる合流部とを有する熊手形結合器から構成されることを特徴とする請求項1、2または3記載の波長多重光源。

【請求項5】該チャネル導波形合流器は、直線状幹部導波路と該幹部導波路に各箇所合流する直線状分枝導波路とを有する枝分れ形結合器から構成されることを特徴とする請求項1、2または3記載の波長多重光源。

【請求項6】該半導体レーザアレイは、分布帰還形もしくは分布反射形レーザを並列に配置した構成からなることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の波長多重光源。

【請求項7】該半導体レーザアレイの各レーザは、発振光の偏波モードがTEモードとTMモードの間で切り替わることを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の波長多重光源。

【請求項8】該半導体レーザアレイを構成する半導体レーザは独立に発振波長が可変制御されることを特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載の波長多重光源。

【請求項9】該半導体レーザアレイを構成する半導体レーザは互いに発振波長が異なることを特徴とする請求項1乃至7の何れかに記載の波長多重光源。

【請求項10】請求項1乃至9の何れかに記載の波長多重光源を送信装置として、波長可変の光フィルタと受光素子を受信装置として、これらを1つにまとめたことを特徴とする光-電気変換装置。

【請求項11】請求項10記載の光-電気変換装置を用い、波長多重光源の半導体レーザアレイの各レーザの偏波変調を行ない偏波変調光を強度変調光に変換して伝送し、受信装置によって所望の波長の光受信を行なうことを特徴とする波長分割多重光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システム、特に波長分割多重通信システムに使用される波長多重光源、それを用いた通信システム等に関する。

【0002】

【従来の技術】波長分割多重通信システム（以下、WDMシステム）は、光波長の広帯域性を生かして、高速で大容量の情報が伝送できることから、様々な分野で応用されている。このWDMシステムを支える鍵となるデバイスが波長可変レーザである。特に、波長多重度を向上させ、システムの柔軟性を上げるために有効なのが波長可変レーザを複数集積化した波長多重光源である。即ち、複数の波長の光を同時に制御・送信できる装置である。

【0003】この波長多重光源からの送信光を光ファイバへ伝送させるためには、大きく分けて2つの方法が挙げられる。1つは、光ファイバのアレイと光源のアレイを結合させる形態で、ファイバアレイの合流はファイバスターカップラで行うものである。もう1つは、光源アレイの出射光を合流させ1本の光ファイバへ導くものである。前者の手法は、光の合流をファイバスターカップラで実現するため、結合損失を比較的低くできる長所を持つものの、光源アレイと光ファイバアレイの光学的配置が煩雑で、大型化する問題がある。後者の手法は、光ファイバとの結合時点で光源アレイの出射光がまとまっているため、配置の煩雑さや装置の大型化を避けられる。そこで、例えば、米国特許第5,394,489号明細書に見られるように、分布帰還形半導体レーザアレイの形成された基板上で導波形のスターカップラを形成してレーザ出射光を合流して1本の導波路から出力する波長多重光源が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとしている課題】しかし、従来提案されていた上記米国特許明細書などに記載された波長多重光源では、半導体レーザアレイの出射光を結合させるための曲げ導波路を必要とし、素子長が長くなる難点があった。また、光ファイバへの励起を含めたレーザ出射光の利用効率も高いものではなかった。さらに、合流器の入射端面からの反射戻り光がレーザ特性の劣化を招いていた。

【0005】このような課題に鑑み、本発明の目的を各請求項に対応して以下に述べる。

【0006】本発明の第1乃至第3の目的は、半導体レーザアレイ出射端構造の工夫により、小型・高出力で集光・集積設計の容易な波長多重光源を提供することにある。

【0007】本発明の第4及び第5の目的は、合流器導波路の工夫により、小型で且つ高効率に集光可能な波長多重光源を提供することにある。

【0008】本発明の第6の目的は、半導体レーザアレ

イの工夫により、変調時にモードの安定な波長多重光源を提供することにある。

【0009】本発明の第7の目的は、半導体レーザアレイの工夫により、変調時に発振線幅の広がり小さな波長多重光源を提供することにある。

【0010】本発明の第8の目的は、半導体レーザアレイの工夫により、波長多重配置の自由度の大きな波長多重光源を提供することにある。

【0011】本発明の第9の目的は、半導体レーザアレイの工夫により、波長多重範囲の広帯域な波長多重光源を提供することにある。

【0012】本発明の第10の目的は、偏波変調による光伝送等のための光-電気変換装置を提供することである。

【0013】本発明の第11の目的は、偏波変調による光伝送を利用した波長分割多重のローカルエリアネットワーク等のシステムを構築することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記第1乃至第5の目的を達成する本発明の波長多重光源の構成、作用は以下のようである。すなわち、半導体レーザアレイ及びチャンネル導波形合流器から構成される波長多重光源において、該半導体レーザアレイのそれぞれのレーザの出射端面が、該波長多重光源の基板に垂直な面内で形成されていて、且つ、少なくとも1つの半導体レーザについてその共振器軸に対して傾いていることで、該半導体レーザアレイのそれぞれのレーザからの光が所定の角度で出射し、半導体レーザアレイと異なる材料から形成されるチ\*

$$\theta_2 = -\theta_1 + \sin^{-1}(n_1/n_2 \sin \theta_1) \quad (1)$$

但し、 $n_1$ 、 $n_2$ はそれぞれ半導体レーザ21、合流器導波路23の等価屈折率を表す。

【0016】したがって、図1のように、傾き角を半導体レーザアレイ11の各レーザ101~108に対して、徐々に変化させて、その出射光がチャンネル導波形合流器12の出力導波路部13に収束するようにしている。以上のような構成の結果、半導体レーザアレイ11のうち、アレイ中央部14からの出射光はほぼ真直ぐに、また、アレイ周辺部15からの出射光は曲げられて、あたかもフレネルレンズで集光されるようになる。そして、図1に示すような熊手形、あるいは枝分れ形の光学結合を通して、全て出力導波路部13へ向かうことになる。本発明では、レーザ出射端面で屈折が起こる様に合流器を構成する導波路は半導体レーザを構成する導波路と異なる等価屈折率を有している。図1の構成では、各レーザからの出射光の進み方は中央部を中心として対称になる様に構成されているが、各半導体レーザの出射端面の設定の仕方はこれに限られない。

【0017】上記第6乃至第9の目的を達成する本発明の波長多重光源の構成、作用は以下のようである。6) 半導体レーザアレイを、分布帰還形もしくは分布反射形

\*チャンネル導波形合流器にて合流し、出射されることを特徴とする(請求項1に対応)。半導体レーザアレイを構成する半導体レーザの出射端面は、アレイ中央部からアレイ周辺部に向かって徐々に傾き角が大きくなったり(請求項2に対応)、半導体レーザアレイを構成する半導体レーザの出射端面は、TEモードの導波光に対してブルースタ角となる様に設定されていたり(請求項3に対応)、チャンネル導波形合流器は、各レーザから伸びる直線状分枝導波路と該分枝導波路が集まる合流部とを有する熊手形結合器から構成されていたり(請求項4に対応)、チャンネル導波形合流器は、直線状幹部導波路と該幹部導波路に各箇所合流する直線状分枝導波路とを有する枝分れ形結合器から構成されていたりする(請求項5に対応)。

【0015】具体的には、半導体レーザアレイを構成する個々のレーザの出射端が合流器導波路に接続されていて、その出射端面をレーザ共振器軸に対して傾けることで、レーザ出射光を斜めに射出させ、一本の出力用導波路に合流し出射する。図2はこの原理を模式的に表している。半導体レーザ21の出射端面22は斜めにカットされているため、出射光は屈折し、傾いて設けられた導波路23に平行に光が進行するようになる。その際、レーザ出射端面22の傾き角 $\theta_1$ をレーザアレイの各レーザの位置ごとに制御することで、光の出射角 $\theta_2$ を変えることができ、合流器における集光を効率よく行うことができる。レーザ共振器軸に対する傾き角 $\theta_1$ はスネルの法則として良く知られているように、以下のように表される。

レーザから構成することで、動的に安定な発振を可能とする(請求項6に対応)。7) 半導体レーザアレイを、発振光の偏波モードがTEモードとTMモードの間で切り替わるレーザを採用することで、変調時の線幅増大が抑えられる(請求項7に対応)。ブルースタ角で出射端面を切削されたレーザは、偏波依存性を有するため、合流器出力端に設けた偏光子とともに偏波消光比を向上させる作用も併せ持つ。8) 半導体レーザアレイの各レーザの発振波長が独立に可変制御されることで、自由な波長チャンネルの送信が可能となる(請求項8に対応)。9) 半導体レーザアレイを構成する半導体レーザが互いに発振波長が異なることで、広帯域な波長分割多重通信が行なえる(請求項9に対応)。

【0018】また、上記第10及び第11の目的を達成する本発明の装置及びシステムの構成、作用は以下のようである。10) 上記波長多重光源を送信装置とし、波長可変の光フィルタと受光素子を受信装置として、これらを1つにまとめて、波長多重ローカルエリアネットワークなどに用いられる光-電気変換装置を構成できる(請求項10に対応)。9) 上記光-電気変換装置を用い、送信装置の偏波変調を行ない偏波変調光を強度変調光に

変換して伝送し、受信装置によって所望の波長の光受信を行なうことで波長分割多重光伝送システムを構築できる（請求項11に対応）。

【0019】

【発明の実施の形態】

#### 第1実施例

本発明による第1の実施例を図1によって説明する。11は、それぞれ2電極構成からなる8アレイの分布帰還形レーザ101～108のレーザアレイである。12は熊手形配置によるチャネル導波形合流器である。また、13は出力導波路部である。図3は図1の導波方向の断面を示している。

【0020】この2つの図を用いて、本実施例の波長多重光源を説明する。半導体レーザアレイの層構成は、 $n$ - $\text{InP}$ 基板301上に、周期240nmのグレーティング302を形成した0.5 $\mu\text{m}$ 厚の $n$ - $\text{InP}$ バッファ層303、0.15 $\mu\text{m}$ 厚の $n$ - $\text{InGaAsP}$ （バンドギャップ波長 $\lambda_g=1.17\mu\text{m}$ ）光ガイド層304、0.08 $\mu\text{m}$ 厚の $i$ - $\text{InGaAsP}$ （ $\lambda_g=1.51\mu\text{m}$ ）活性層305、0.4 $\mu\text{m}$ 厚の $p$ - $\text{InGaAsP}$ （ $\lambda_g=1.17\mu\text{m}$ ）光ガイド層306、1.8 $\mu\text{m}$ 厚の $p$ - $\text{InP}$ クラッド層307、 $p$ - $\text{InGaAs}$ コンタクト層308を積層した形態から成る。レーザ共振器では導波路幅を3 $\mu\text{m}$ とするリッジを形成し、横方向両側を高抵抗 $\text{InP}$ 層によって埋め込んでいる。各レーザ101～108の横方向間隔は250 $\mu\text{m}$ とし、共振器方向の長さは700 $\mu\text{m}$ である。

【0021】続いて、半導体レーザアレイ11の合流器側端面を、フォトリソグラフィ法により、上方からみて斜めに $n$ - $\text{InP}$ 基板301までをエッチングにより除去する。除去した面にチャネル導波形合流器12用のクラッド311としてポリイミドPIX（日立化成製）を塗布、焼成した後、コア312としてポリイミドUR5100FX（東レ製）を塗布した。そして、フォトリソグラフィを用いてUR5100FXを露光・現像し、図1に示すような熊手形のチャネル導波形合流器12のパターンを形成した。同様に焼成を加え、上部クラッド313としてPIXを塗布、焼成してチャネル導波形合流器12を作製する。半導体レーザ領域においては、電極分離領域のコンタクト層308までを除去して共振器を2分割し、 $p$ -電極である $\text{Au/Zn/Au}$ 層309を形成し、基板側には電極の $\text{AuGe/Au}$ 層310を形成し、これらを合金化している。

【0022】半導体レーザアレイ11のレーザ101～108はそれぞれ2電極に注入する電流を制御することで、その発振波長を2nmにわたって可変である。図1に示すように、各レーザ101～108からの出射光は斜めに形成された端面で屈折されてポリイミド導波路に伝搬すると、合流部16を通して出力導波路部13に結合する。その際、射出端面が分布的に傾いているため、

レーザ101～108の各出射光は、図1に示すように、自然に集光される。半導体レーザの出射端面22の傾き角 $\theta_1$ は、101、108が20度、102、107が16度、103、106が10.5度、104、105が4度であり、半導体レーザアレイ11から合流部16までの長さは1.6mmとなる。出力導波路部13の長さ400 $\mu\text{m}$ を加えて、チャネル導波形合流器12の長さはほぼ2mmとなる。レーザ出射端面に近い領域で導波路に曲げを要さないため、素子長が短く、且つ、端面が傾いているため端面反射が共振器に戻らずDFB発振を安定化させる効果もある。集光された光は、出力導波路部13を通して出射される。したがって、この波長多重光源によれば、同時に8波長の光に信号を載せて光ファイバ上へ伝送することが可能である。

#### 【0023】第2実施例

次に、半導体レーザアレイを偏波切り替え可能な構成とした例を示す。2つの電極への注入電流を制御することで、発振の偏波モードを切り替えられる。そして、出力を偏光子等の偏波選択素子を通すことで、振幅変調の光が得られる。通常の直接振幅変調方式と比較して、小振幅電流で変調が行える特長がある。さらに、レーザ内のキャリア変動量が小さいので変調時の線幅広がりを抑圧できる。そのために、発振波長近傍の光のTE、TMモードの閾値利得をおおよそ同程度のものとする必要がある。

【0024】通常に知られる量子井戸半導体レーザにおいては、共振器利得がTEモードについて大きく、TMモードに対して小さくなるのであるが、本実施例においては以下の構成によって、分布帰還形レーザ共振器中でTMモードが受ける共振器利得をTEモードが受ける共振器利得と同等とし、TMモードでの発振を容易にしている。1つは、ブラッグ波長をTEモードの利得ピークよりも短波長側のTMモードの利得ピーク付近に設定したことである。さらには、活性層に歪量子井戸を導入した点にある。

【0025】以上の構成において、複数電極への不均一電流注入によって共振器の等価屈折率を不均一に変化させて、TEモードとTMモードのうちのいずれか、閾値利得の低くなる方の偏波モードで発振する。

【0026】本実施例の構成及び動作を図4によって説明する。 $n$ - $\text{InP}$ 基板401上に、0.15 $\mu\text{m}$ 厚の $n$ - $\text{InGaAsP}$ （ $\lambda_g=1.17\mu\text{m}$ ）光ガイド層402、活性層403を積層する。活性層403となる歪量子井戸は、井戸層が $i$ - $\text{In}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{As}$ （厚さ6nm）、バリア層が $i$ - $\text{In}_{0.28}\text{Ga}_{0.72}\text{As}$ （厚さ10nm）の5重量子井戸からなっている。更に、0.1 $\mu\text{m}$ 厚の $p$ - $\text{InGaAsP}$ （ $\lambda_g=1.17\mu\text{m}$ ）光ガイド層404を形成し、光ガイド層404上に周期240nmのグレーティング405を形成する。この上に、 $p$ - $\text{InP}$ クラッド層406、 $p$ - $\text{InGaAs}$

sコンタクト層407を積層している。

【0027】横方向は、導波路幅を $3\mu\text{m}$ とするハイメサを形成し、両側を高抵抗InP層によって埋め込んでいる。グレーティング405は、 $1/4$ 波長シフト408が片側電極の中央部に形成されている。続いて、コンタクト層407までを除去して電極分離領域を設け、上部にp電極であるAu/Cr層409を形成し、基板側には電極のAuGe/Au層410を形成し、これらを合金化している。各p電極領域の長さは各々 $300\mu\text{m}$ 、 $300\mu\text{m}$ である。この状態から、各p電極409への電流注入量を制御することにより、TE $\longleftrightarrow$ TM間での偏波モードスイッチングが実現された。

【0028】つづいて、レーザ端面をInP基板311までエッチング除去して、第1実施例と同様にポリイミド導波路結合器を形成した。図5は本実施例による波長多重光源を上面より見た図である。半導体レーザアレイ51の各レーザ出射端面53はすべてブルスタ角である $24.5^\circ$ にエッチングされている。ポリイミド導波路結合器52の各導波路は出力導波路部54へ向かって行き、出力導波路部54との結合は図5に示すように、20 枝が幹につくように順次合流している。

【0029】半導体レーザアレイ51からの出射光のうち、TEモードで発振した光は、図5に示すように、ブルスタ角に近い出射角で透過率が高くなりポリイミド導波路結合器52へ移行し出力導波路部54から出射される。しかし、TMモードに切り替わった出射光は、端面53での反射率が高く、光はあまりポリイミド導波路結合器52に移行しない。この反射光は共振器軸に対して斜めに反射されるのでレーザへの悪影響は無い。移行したTMモードの光も、出力端に設けられた偏光子55により遮断され、偏波変調された光は振幅変調に変換される。

### 【0030】第3実施例

本発明による波長多重光源60を用いて光伝送を行なった実施例を図6に沿って説明する。61は本発明によって発振波長及び消光比が安定に制御され偏波変調されている半導体レーザアレイである。この半導体レーザアレイ61では、波長間隔 $10\text{GHz}$ （約 $0.08\text{nm}$ ）程度で、 $2\text{nm}$ の範囲で波長を変えられる。また、偏波変調では通常の直接強度変調方式で問題になるようなチャープイングと呼ばれる動的波長変動が $2\text{GHz}$ （約 $0.016\text{nm}$ ）以下と非常に小さいため、波長多重する場合に $10\text{GHz}$ 間隔で並べても隣のチャンネルにクロストークを与えることはない。従って、この半導体レーザアレイを用いた場合、 $2/0.016$ すなわち $100$ チャンネル以上の波長多重が可能である。この半導体レーザアレイ61の出射光はチャンネル導波路合流器62を通して光ファイバ63へ励起される。

【0031】この波長多重光源60と波長分波受信部64とから構成される光通信システムを説明する。波長多

重光源60から出射された光はファイバスターカップラ69を通して、ネットワーク上に伝送される。光ファイバ63を伝送してきた光信号は、波長分波受信部64において、光フィルタ65により所望の波長チャンネルの光が選択分波され、光検出器66により信号検波される。ここでは、光フィルタ65として分布帰還形レーザと同じ構造のものを、閾値以下に電流をバイアスして使用している。光フィルタ65の2電極の電流比率を変えることで、透過利得を $20\text{dB}$ と一定にして透過波長を $2\text{nm}$ に変えることができる。また、このフィルタ65の $10\text{dB}$ ダウンの透過幅は $0.03\text{nm}$ であり、 $0.08\text{nm}$ の間隔で波長多重するのに十分な特性を持っている。光フィルタとして同様の波長透過幅を持つもの、例えば、マッハツェンダ型、ファブリペロ型の波長フィルタあるいはグレーティングによる分波器などを用いてもよい。

【0032】光通信システムのネットワークとして、図6に示すのはスター型であり、光ノードをネットワークに接続することにより、多数の端末およびセンタを設置することができる。ネットワークの形態としては、リング型、バス型あるいは、複数の形態を複合したものでも良い。

### 【0033】第4実施例

分布反射形半導体レーザをレーザアレイとした例を図7によって説明する。半導体レーザアレイの層構成は、n-InP基板701上に、 $0.2\mu\text{m}$ 厚のn-In<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>As<sub>0.45</sub>P<sub>0.55</sub>下部光ガイド層702、活性層となる $0.05\mu\text{m}$ 厚のi-In<sub>0.53</sub>Ga<sub>0.47</sub>As<sub>0.87</sub>P<sub>0.13</sub>703を成長後、活性層703を一部削除して、 $0.2\mu\text{m}$ 厚のp-In<sub>0.75</sub>Ga<sub>0.25</sub>As<sub>0.45</sub>P<sub>0.55</sub>上部光ガイド層704を形成する。そして、活性層を取り除いた領域の上部光ガイド層704に周期 $237\text{nm}$ の分布反射グレーティング705を形成する。更に、その上に、p-InPクラッド層706、p-In<sub>0.53</sub>Ga<sub>0.47</sub>As<sub>0.87</sub>P<sub>0.13</sub>コンタクト層707を積層している。

【0034】横方向は、活性層703での幅を $3\mu\text{m}$ とするリッジを形成し、SiN<sub>x</sub>層によって埋め込んでいる。電極708、709の形成については、第1の実施例と同様である。以上のようにして、分布反射形レーザからなる半導体レーザアレイ71を作製した。

【0035】つづいて、チャンネル導波路合流器72側の出射端面を斜めにエッチング除去して、コア厚 $3\mu\text{m}$ のポリイミド導波路311、312、313からなる熊手形合流器72を形成した。

【0036】本実施例では、分布反射形レーザを適用したため、波長可変範囲はおよそ $4\text{nm}$ となり、分布帰還形に比較して2倍の拡張が図れた。また、チャンネル導波路合流器72には偏波依存性がないため、レーザアレイ71からの出射光を、出力導波路に外付けした偏光板で偏波弁別して、振幅変調された信号光が得られる。

## 【0037】第5実施例

半導体レーザアレイの各発振波長を互いに異ならせた波長多重光源の例を図8に示す。分布帰還形レーザ801～808においては、発振波長はほぼグレーティング周期に比例するので、周期240nm付近で0.3nmずつ変えることで、各分布帰還形レーザの中心波長を2nmずつ変えた。波長分割多重の波長間隔を広く設定しているため、送信側を固定波長として利用するシステムに好適である。波長間隔が2nm程度と比較的広いので、第3実施例で示した光フィルタ以外に、グレーティングや干渉多層膜で構成した分波器で光受信部を構成することもできる。

【0038】以上に述べた複数の実施例において、いずれもリッジ形成と高抵抗層による埋込みを例として説明したが、pn接合の逆方向バイアスを利用する電流挟持と光閉じ込めであったりしても良い。また、導波路の面内の光閉じ込め構造についても埋め込みヘテロ構造に限定したものではなく、横方向に光閉じこめをする構造であれば良い。

## 【0039】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の各構成（請求項1乃至10に対応）により以下のような効果が奏される。

【0040】1）～5）によれば、波長多重光源において、少なくとも1つのレーザの出射端面が、光送信器基板に垂直な面内で半導体レーザの光軸に対して傾いていることで、チャンネル導波形合流器への光結合が円滑に行なわれ、小型で集光設計の自由度（出射端面の角度の持たせ方でレーザの並び方等を自由に設計できる）が大きく高出力な波長分割多重伝送用の波長多重光源を提供できる。また、出射端面が傾いているため、反射戻り光も抑圧できる。6）によれば、上記1）～5）における半導体レーザアレイを、分布帰還形もしくは分布反射形レーザから構成することで、動的に安定な発振を可能とする効果がある。7）によれば、半導体レーザアレイを、発振光の偏波モードがTEモードとTMモードの間で切り替わるレーザとすることで、上記1）～6）記載の波長多重光源の変調時の線幅増大が抑えられる効果がある。8）によれば、半導体レーザアレイの発振波長が独立に変調制御されることで、自由な波長チャンネルの送信が可能で上記1）～7）記載の波長多重光源を提供できる。9）によれば、半導体レーザアレイを構成する半導体レーザが互いに発振波長が異なることで、広帯域な波長分割多重通信が可能で上記1）～7）記載の波長多重光源を提供できる。

【0041】また、10）によれば、偏波変調による光伝送等を利用した波長分割多重のローカルエリアネットワーク等を構築するための光-電気変換装置を提供でき

る。11）によれば、偏波変調による光伝送を利用した波長分割多重のローカルエリアネットワーク等の伝送システムを構築できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明による第1実施例の波長多重伝送用の光源を示す平面図である。

【図2】図2は本発明の波長多重光源の動作原理を説明する図である。

【図3】図3は本発明の第1実施例の導波方向の断面図である。

【図4】図4は本発明の第2実施例の導波方向の断面図である。

【図5】図5は本発明の第2実施例の平面図である。

【図6】図6は本発明による波長多重光源を用いた光通信方式を説明するブロック図である。

【図7】図7は本発明の第4実施例の導波方向の断面図である。

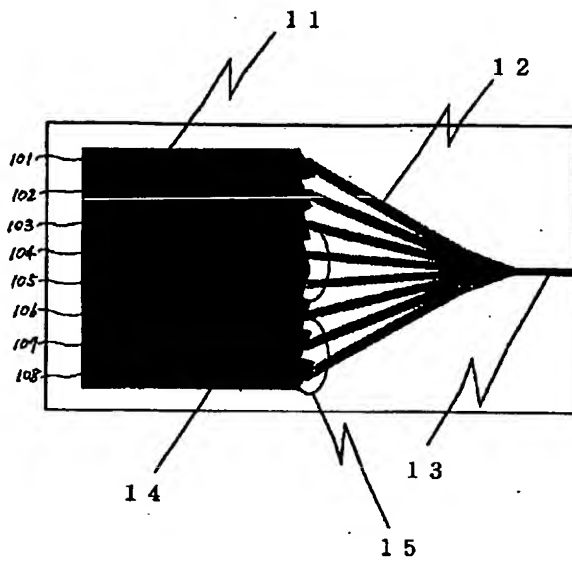
【図8】図8は本発明の第5実施例の平面図である。

## 【符号の説明】

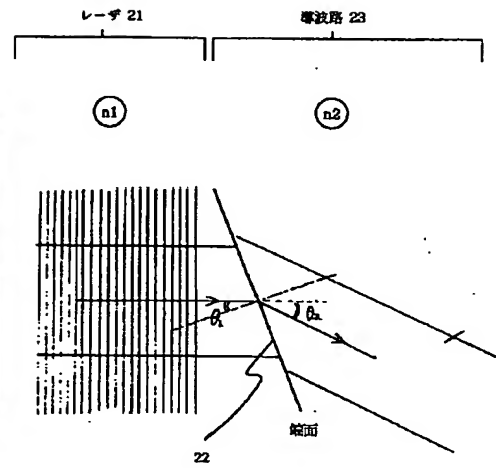
- 11、51、61、71：半導体レーザアレイ
- 12、52、62、72：チャンネル導波形合流器
- 13、54：出力導波路部
- 14：レーザアレイ中央部
- 15：レーザアレイ周辺部
- 16：合流部
- 21、101～108、801～808：半導体レーザ
- 22、53：レーザ出射端面
- 23：合流器導波路
- 55：偏光子
- 60：波長多重光源
- 63：光ファイバ
- 64：波長分波受信器
- 65：光フィルタ
- 66：光検出器
- 69：ファイバスターカップラ
- 301、401、701：基板
- 302、405、705：レーザ用グレーティング
- 303：バッファ層
- 304、306、402、404、702、704：光ガイド層
- 305、403、703：活性層
- 307、406、706：クラッド層
- 308、407、707：コンタクト層
- 309、310、409、410、708、709：電極
- 311、313：導波路クラッド
- 312：導波路コア
- 408、313：λ/4シフト部



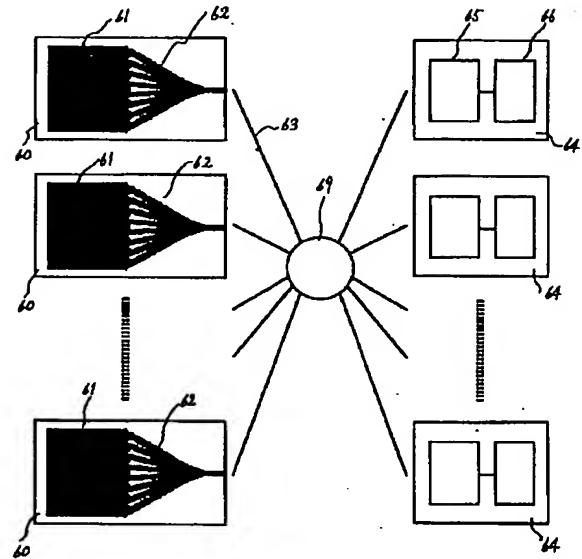
【図1】



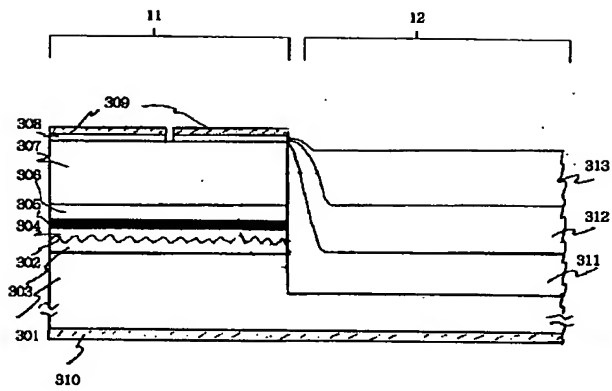
【図2】



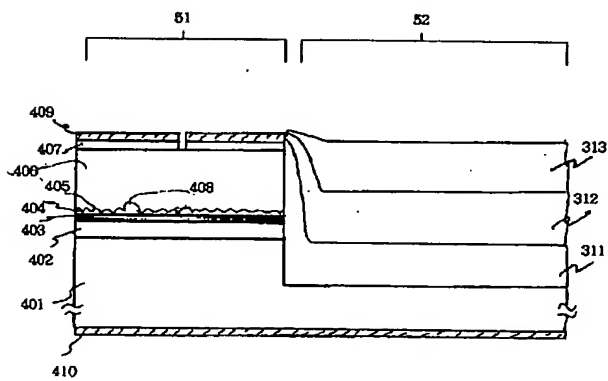
【図6】



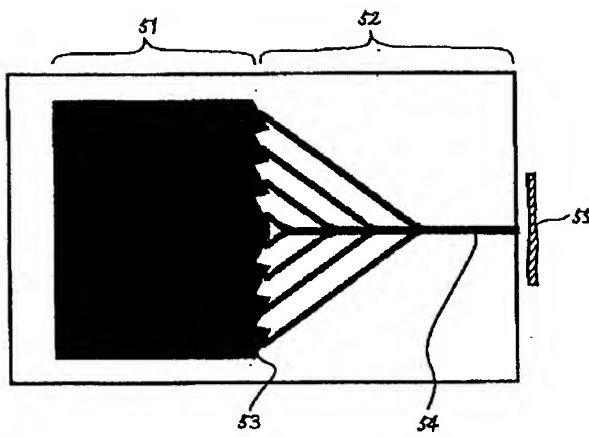
【図3】



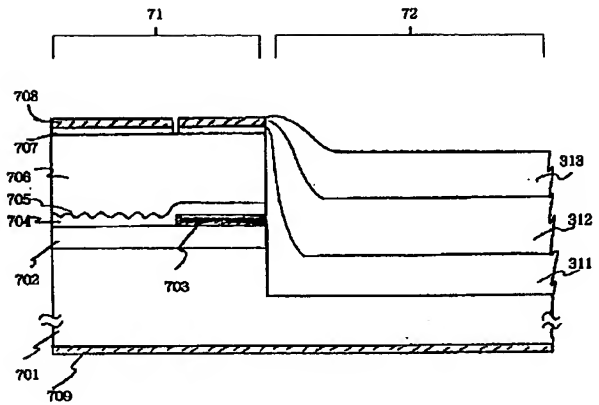
【図4】



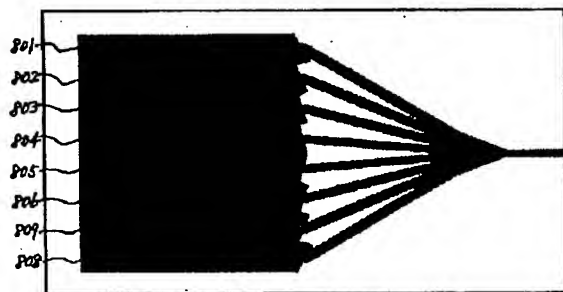
【図5】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成8年8月28日

【手続補正1】

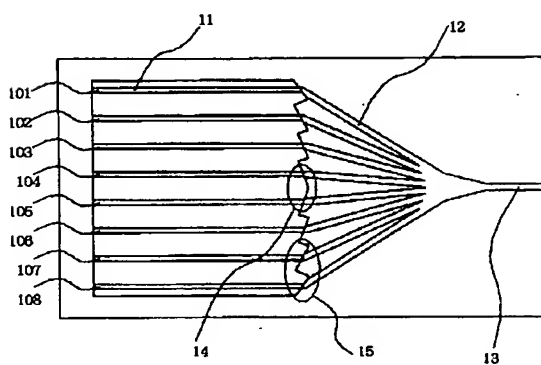
【補正対象書類名】図面

\* 【補正対象項目名】全図

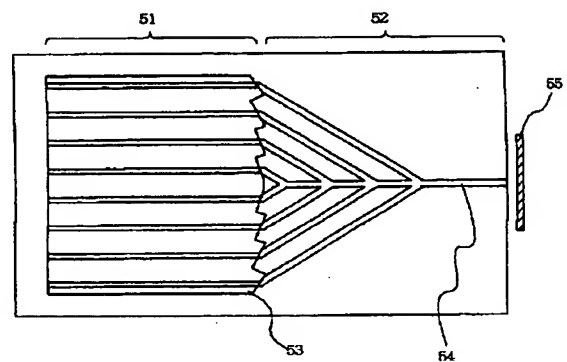
【補正方法】変更

\* 【補正内容】

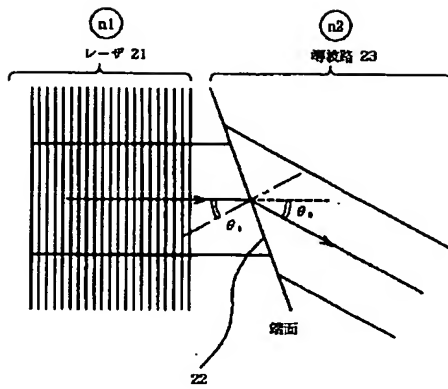
【図1】



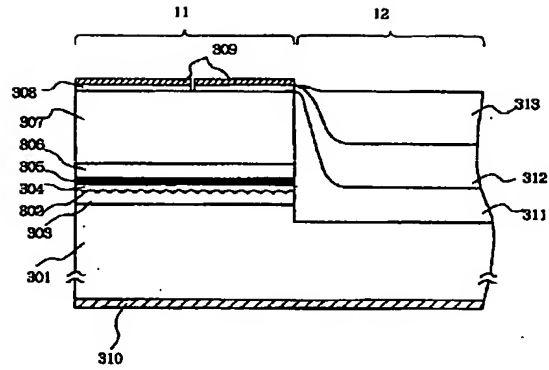
【図5】



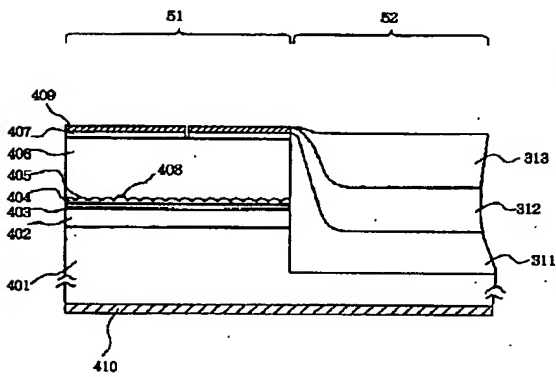
【図2】



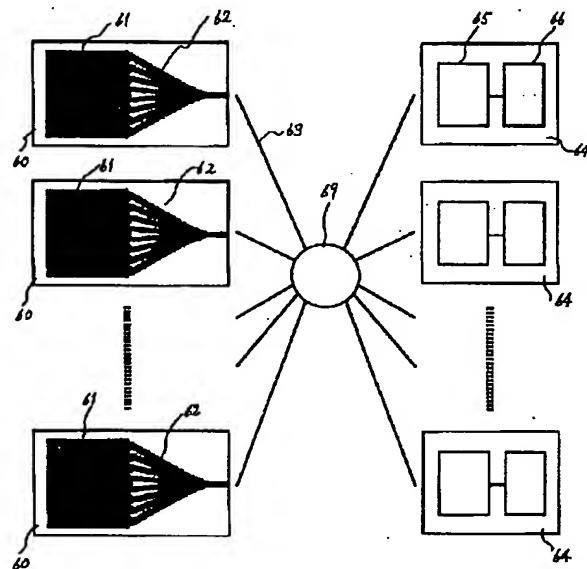
【図3】



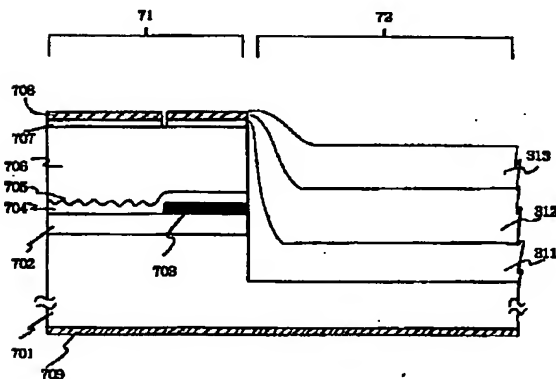
【図4】



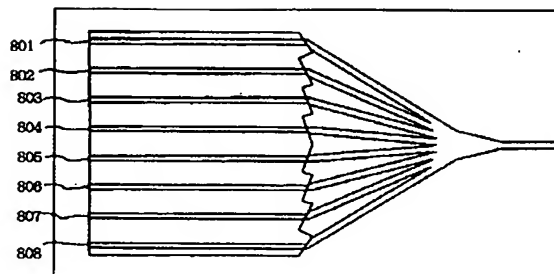
【図6】



【図7】



【図8】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**